

Rec'd PCT/PTO

19 APR 2005

POWERED BY Dialog

Optical data storage element for spectral hole storage technique - consists of silicon carbide semiconductor doped with photo-activatable ions

Patent Assignee: SICRYSTAL AG

Inventors: HECHT C; KUMMER R; WINNACKER A

Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
DE 19724214	A1	19981210	DE 1024214	A	19970609	199904	B

Priority Applications (Number Kind Date): DE 1024214 A (19970609)

Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
DE 19724214	A1		5	G11C-013/04	

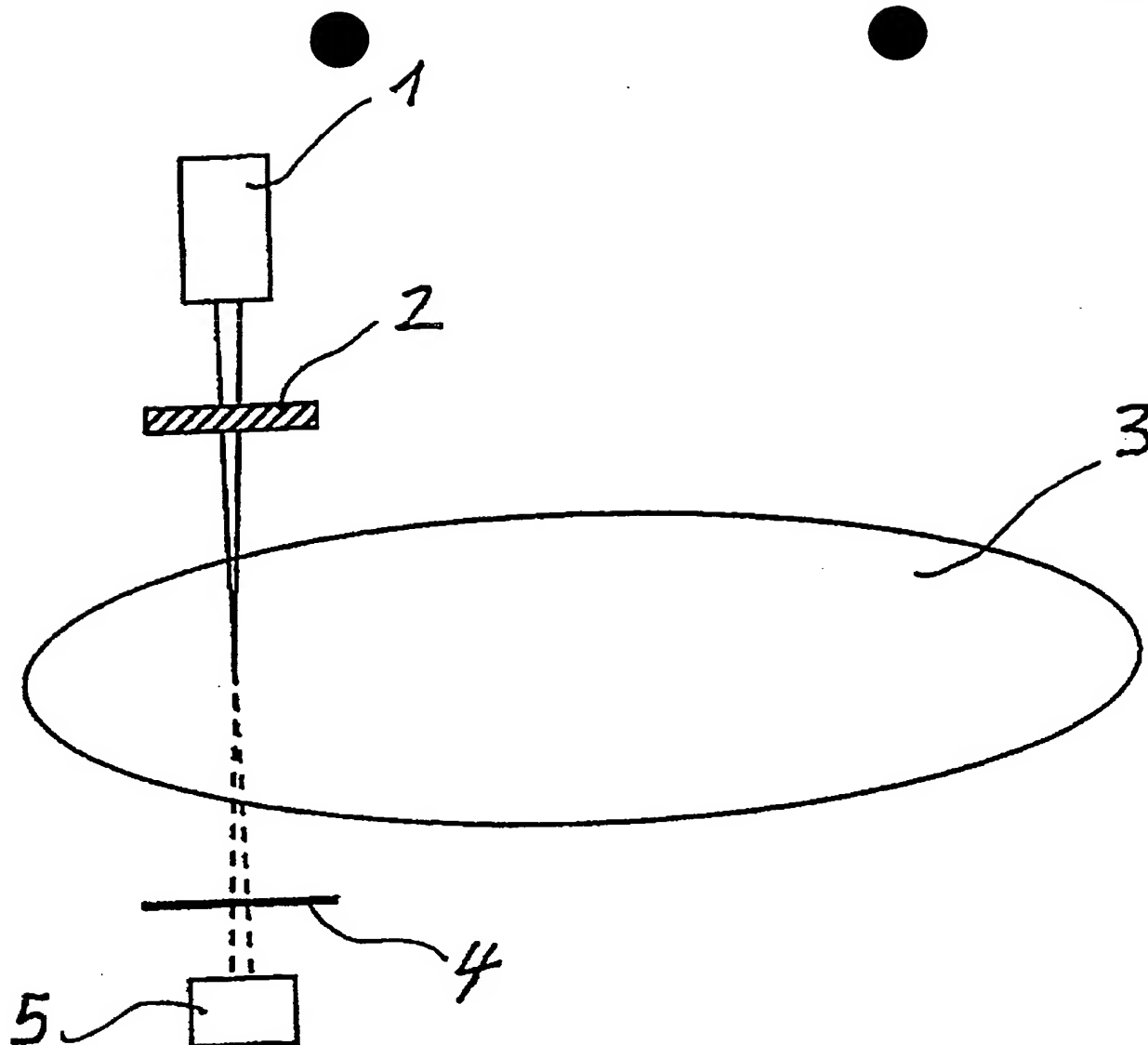
Abstract:

DE 19724214 A

A novel optical data storage element consists of a silicon carbide semiconductor substrate doped with photo-activatable ions, preferably variable charge metal ions including those of transition and/or rare earth metals. Preferably, the ions are vanadium, manganese, cobalt, terbium, samarium or praseodymium ions introduced in a concentration of 10^{14} - 10^{19} (preferably 10^{15} - 10^{17}) cm^{-3} by implantation, by diffusion or during SiC crystal growth. Also claimed is a data storage method using the above storage element, in which a selected region of the substrate is subjected to spectral hole burning with a laser beam of certain frequency for effecting ion excitation and then transition at the laser beam frequency to form an absorption hole corresponding to an information storage location.

ADVANTAGE - The data storage element permits permanent or long term retention of spectral hole stored information at higher temperatures (especially room temperature), is inexpensive to produce and is suitable for integration in electronic components.

Dwg.1/2



Derwent World Patents Index
© 2005 Derwent Information Ltd. All rights reserved.
Dialog® File Number 351 Accession Number 12230045



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 24 214 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
G 11 C 13/04
G 11 B 7/24

⑲ Aktenzeichen: 197 24 214.6
⑳ Anmeldetag: 9. 6. 97
㉑ Offenlegungstag: 10. 12. 98

DE 197 24 214 A 1

㉒ **Anmelder:**
SiCrystal AG, 92275 Hirschbach, DE

㉓ **Vertreter:**
H. Schmidt und Kollegen, 80803 München

㉔ **Erfinder:**
Winnacker, Albrecht, Prof. Dr., 91054 Erlangen, DE;
Kummer, Ralf, 90480 Nürnberg, DE; Hecht,
Christian, 91054 Erlangen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤④ Optisches Datenspeicherelement und Verfahren zur Datenspeicherung unter dessen Verwendung
- ⑤⑦ Ein Verfahren zur Datenspeicherung mittels eines optischen Speicherelementes, da ein mit photoaktivierbaren Ionen dotiertes Substrat aus einem Siliciumkarbid (SiC)-Halbleitermaterial umfaßt, sieht vor, daß ein ausgewählter Bereich des Substrates mit einem Laser-Lichtstrahl bestimmter Frequenz nach der Methode des Spektralen Lochbrennens beaufschlagt wird, um zunächst die bei der bestimmten Frequenz photoaktivierbaren Ionen anzuregen und dann umzuladen, so daß die bei der bestimmten Frequenz umgeladenen aktivierbaren Ionen des Bereiches ein Absorptionsloch für die bestimmte Frequenz bilden, das einer binären Information entspricht.

DE 197 24 214 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein optisches Datenspeicherelement und ein Verfahren zur Datenspeicherung unter dessen Verwendung.

Die Speicherkapazität herkömmlicher optischer Datenspeicher, wie CD-Speicher, ist begrenzt durch die Beugung des lesenden/schreibenden Laserstrahles. Da der Laserstrahl nur auf eine minimale Abmessung, die etwa der Lichtwellenlänge entspricht, fokussiert werden kann, lassen sich auf einem Quadratcentimeter Speicherfläche nur etwa 10^8 Informationen/Speicherplätze (Bits) unterbringen.

Mit der Methode des Spektralen Lochbrennens, auf die sich die vorliegende Erfindung bezieht, läßt sich diese Grenze überwinden und die Anzahl der Bits pro Flächeneinheit wesentlich vergrößern. Für das Spektrale Lochbrennen werden photoaktivierbare Ionen in einem Wirtsgitter benötigt, die bei einem Licht bestimmter Frequenz angeregt werden können und hierdurch eine Umladung oder Lageänderung im Wirtsgitter erfahren oder eine Änderung der Gitterumgebung bewirken. Derartig aktivierte Ionen können aufgrund der genannten Statusänderungen nicht erneut mit der gleichen bestimmten Lichtfrequenz angeregt werden, sondern schaffen für die bestimmte Frequenz ein sog. Spektrales Loch. Das Fehlen oder Vorhandensein eines Spektralen Loches entspricht einer binären Information, die sich auf die beschriebene Weise speichern oder lesen läßt. Bezüglich weiterer Details zum Spektralen Lochbrennen kann auf folgende Druckschriften verwiesen werden: US-A-3 896 420 und 4 101 976, die damit in die vorliegende Offenbarung einbezogen sind.

Es können an ein und derselben Speicherstelle Spektrale Löcher bei unterschiedlichen bestimmten Frequenzen eingebracht und Informationen gespeichert werden. Auf diese Weise läßt sich die Speicherkapazität optischer Speicher gegenüber herkömmlichen CD-Speichern wesentlich z. B. um den Faktor 10^2 – 10^3 erhöhen. Der Nachteil der Datenspeicherung mittels der Methode des Spektralen Lochbrennens ist, daß die Datenspeicherung bislang nur bei tiefen Temperaturen von z. B. 50°K oder weniger vorgenommen werden konnte. Insbesondere ist nachteilig, daß die gespeicherte Information nur bei tiefen Temperaturen dauerhaft erhalten blieb. Bei höheren Temperaturen wurde ein Verlaufen oder eine Verwässerung der Spektralen Löcher festgestellt, so daß diese beim Lesen nicht mehr identifiziert werden konnten, was einem Löschen der gespeicherten Information gleichkommt. Zwar bestünde die Möglichkeit, für bestimmte aufwendige Anwendungen der Notwendigkeit der Datenspeicherung bei tiefen Temperaturen dadurch zu begegnen, daß geeignete technische Mittel (z. B. Tieftemperaturzellen) während des Speichervorganges für die erforderliche tiefe Temperatur sorgen. Der Nachteil, daß die gespeicherte Information bei höheren Temperaturen, z. B. Raumtemperatur, verlorengeht, kann dagegen auf diese Weise nicht wirksam ausgeräumt werden, da der Betrieb solcher technischer Mittel durch Ausfall oder Stromausfall nicht permanent gewährleistet ist. In jedem Fall ist die Tieftemperaturierung mit einem erheblichen apparativen Aufwand verbunden und kostenintensiv.

Aufgabe der Erfindung ist es, unter Verbesserung der Methode des Spektralen Lochbrennens ein dafür geeignetes optisches Speicherelement zu schaffen, das die gespeicherte Information bei höheren Temperaturen, insbesondere Raumtemperatur, dauerhaft bzw. wenigstens über eine längere Zeitdauer zu halten vermag. Ferner soll das optische Speicherelement preiswert bereitgestellt werden können und zur Integration in elektronischen Bauteilen geeignet sein.

Diese Aufgabe wird gemäß einem Aspekt der Erfindung in überraschend einfacher Weise dadurch gelöst, daß anstelle des bisherigen Spektralen Lochbrennens unter Verwendung von anorganischen Polymeren, Gläsern und Mischkristallen ein mit photoaktivierbaren Ionen dotiertes Substrat aus einem Siliciumkarbid (SiC)-Halbleitermaterial vorgesehen wird. SiC-Halbleitermaterial hat ein stabiles Kristallgitter und besitzt damit eine hohe Temperaturstabilität. Außerdem weist SiC-Halbleitermaterial zahlreiche Elektronenfallen auf, die die von den photoaktivierbaren Ionen beim Spektralen Lochbrennen freigesetzten Elektronen einfangen können. Als photoaktivierbare Ionen bieten sich insbesondere die umladbaren Ionen der Übergangsmetalle und der Seltenen Erden an. Bevorzugte Ionen sind Vanadium ($\text{V}^{3+/4+/5+}$), Chrom ($\text{Cr}^{5+/6+}$), Mangan ($\text{Mn}^{3+/4+}$), Kobalt ($\text{Co}^{2+/3+}$) sowie Terbium ($\text{Tb}^{3+/4+}$), Samarium ($\text{Sm}^{2+/3+}$), Praseodym ($\text{Pr}^{3+/4+}$). Die Erfindung ist jedoch auf diese speziellen Dotierstoffe nicht beschränkt. Die Dotierstoffe können in das Wirtsgitter des SiC-Halbleitermaterials bei der Kristallzüchtung, durch Ionenimplantation oder durch Diffusion bei erhöhter Temperatur eingebracht werden, vgl. auch P.A. Ivanov u. V. E. Chelnokov, "Recent developments in SiC single-crystal electronics", Semicond. Sci. Technol. 7, 1992, 863-880 sowie R.C. Glass et al., "SiC-seeded crystal growth", MRS Bulletin, 3/1997, 30-35. Das SiC-Halbleitermaterial kann in verschiedenen Polytypen vorkommen (3C-SiC, 4H-SiC, 6H-SiC, 15R-SiC etc.), die auch innerhalb eines einzigen Kristalles vorliegen können, vgl. W.J. Choyke und G. Pensl, MRS Bulletin aaO, 25-29. Es können unter diesen Umständen die für die photoaktivierbaren Ionen typischen Absorptionslinien stärker ausgeprägt sein als bei Vorliegen eines einzigen Polytyps, wodurch sich die Speicherdichte bzw. Speicherkapazität weiter heraufsetzen läßt. Das SiC-Halbleitermaterial kann in ein- oder polykristalliner Form vorliegen. Es ist jedoch auch möglich, das SiC-Halbleitermaterial aus einem pulverförmigen Ausgangsmaterial zu schaffen.

Die Schichtdicke des Substrates aus dem SiC-Halbleitermaterial kann in weiten Grenzen variieren und z. B. zwischen 0,01 und etwa 10 mm betragen. Vorzugsweise beträgt die Schichtdicke zwischen 0,01 und 1 mm. Ebenfalls kann die Konzentration an photoaktivierbaren Ionen in weiten Grenzen variieren und z. B. zwischen 10^{14} und etwa 10^{19} cm^{-3} betragen. Vorzugsweise beträgt die Konzentration zwischen 10^{15} und 10^{17} cm^{-3} . Es wurde festgestellt, daß mit zunehmender Schichtdicke bzw. Konzentration an Dotierstoffen deren Lichtabsorptionsvermögen ansteigt und ggf. zu stark werden kann, um noch als Spektrales Loch beim Lesen erfaßt werden zu können. Umgekehrt kann bei zu geringen Schichtdicken bzw. Konzentrationen die Absorption ggf. zu schwach werden, um erfaßt werden zu können. Der optimale Wert für das Produkt aus Schichtdicke und Konzentration hängt vom verwendeten Laser- und Erfassungssystem sowie dem Absorptionsverhalten des verwendeten Ions ab und kann für den jeweiligen Anwendungsfall leicht bestimmt werden.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Datenspeicherung unter Verwendung eines optischen Speicherelementes der vorbeschriebenen Art, bei dem ein ausgewählter Bereich des Substrates mit Laser-Lichtstrahlen bestimmter Frequenz nach der Methode des Spektralen Lochbrennens beaufschlagt wird, um zunächst die bei der bestimmten Frequenz photoaktivierbaren Ionen anzuregen und dann umzuladen, so daß die bei der bestimmten Frequenz umgeladenen aktivierbaren Ionen des Bereiches ein einen Informationspeicherplatz darstellendes Absorptionsloch für die bestimmte Frequenz bilden. Für die Datenspeicherung nach der Methode des Spektralen Lochbrennens wird

demnach in einem ersten Schritt eine elektronische Anregung der photoaktivierbaren Dotierstoffe vorgenommen, indem das Speicherelement nach der Erfindung dem Licht einer Laserlichtquelle mit einer geeigneten Frequenz ausgesetzt wird, die innerhalb einer charakteristischen Spektrallinie (Null-Phonon-Linie) des jeweiligen Dotierstoffes liegt. Die Ionen, die bei der eingestrahelten Frequenz das Licht absorbieren, werden dadurch selektiv elektronisch angeregt. In einem zweiten Schritt werden die angeregten Ionen durch Absorption eines weiteren Lichtquants entsprechender Frequenz aus derselben oder einer zusätzlichen Lichtquelle umgeladen, entweder indem Elektronen aus den Ionen in das Leitungsband oder Elektronenlöcher aus den Ionen in das Valenzband des SiC-Wirtsgitters angehoben werden. Sowohl die Elektronen als auch Elektronenlöcher werden sodann von Elektronen- bzw. Elektronenloch-Fallen im SiC-Wirtsgitter eingefangen. Die veränderten Ionen absorbieren danach Licht nicht mehr in der charakteristischen Absorptionslinie, sondern bilden eine Einbruchstelle im Absorptionsspektrum, d. h. ein Spektrales Loch. Als Lichtquelle kann ein gepulster oder ein Dauerstrich-Laser verwendet werden.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann an dem ausgewählten Bereich wenigstens ein weiteres Absorptionsloch entsprechend einem weiteren Informationsspeicherplatz gebildet werden, indem der Bereich mit einem Laserlichtstrahl einer von der bestimmten Frequenz abweichenden Frequenz beaufschlagt wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Beispielen näher erläutert.

Beispiel 1

Es wurde als SiC-Halbleitermaterial ein nach dem Lely-Verfahren, vgl. R.C. Glass et al, aaO., gezüchteter 6H-SiC Kristall mit Vanadium V^{4+} dotiert. Die Konzentration des Dotierungsstoffes lag bei ca. 10^{17} cm^{-3} . Das dotierte Substrat wurde in einer Temperiervorrichtung, deren Temperatur zwischen 11 und 320°K geändert werden konnte, dem Licht einer Laserlichtquelle ausgesetzt. Es wurde ein gepulstes Schmalband-Lasersystem bestehend aus einem Excimer-Laser als Pumpquelle und einem abstimmbaren Farbstofflaser mit einer Linienbreite von $0,07 \text{ cm}^{-1}$ verwendet. Eine Wellenlängenkonversion des Lichtes war mittels eines Raman-Shifters möglich. Die Linienbreite nach dem Raman-Shifter betrug $0,10 \text{ cm}^{-1}$. Das verwendete Lasersystem ermöglichte die Einstellung eines Wellenlängenbereiches zwischen 300 und 2000 nm, innerhalb dessen die Null-Phonon-Linie von V^{4+} in 6H-SiC liegt. Die Lichtintensität während eines Pulses, der das 6H-SiC-Halbleitersubstrat ausgesetzt wurde, betrug $0,5 \text{ MW cm}^{-2}$ bei einer Pulsdauer von 20 ns und einer Wiederholungsrate von 10 Hz.

Nach dem Brennen mit einer Lichtenergie von 894,28 meV bei 11°K entstand ein fast bis zur Null-Absorptionsgrenze reichendes Spektrales Loch von $0,7 \text{ cm}^{-1}$ Breite, das sich als thermisch sehr stabil erwies. Eine Erwärmung des Substrates auf 320°K ließ das Loch weder verschwinden, noch zeigte sich eine verwässernde Verbreiterung. Insbesondere erwies sich das Loch bei Erwärmung auf Raumtemperatur über mehrere Tage als sehr stabil. Die Abtastung bzw. Erfassung des gebildeten Spektralen Loches mittels des Lichtstrahles eines Abtastlasers bereitete keine Schwierigkeiten.

Beispiel 2

Es wurde zunächst gemäß Beispiel 1 vorgegangen und anschließend ein weiteres Spektrales Loch bei einer etwas

abweichenden Lichtenergie von 894,16 meV an der gleichen Stelle wie bei Beispiel 1 eingebracht. Zwar wurde eine teilweise "Füllung" des vorhandenen Loches festgestellt, jedoch blieb dieses in einer für das Lesen der Information ausreichenden Tiefe auch nach Erwärmung wie bei Beispiel 1 erhalten.

Die Beispiele zeigen, daß das erfindungsgemäße optische Datenspeicherelement 1) gut geeignet ist, um mittels der Methode des Spektralen Lochbrennens Daten zu speichern, 2) ein ausreichendes Haltevermögen der gespeicherten Daten nicht nur bei tiefen Temperaturen, sondern auch bei Raumtemperatur und darüber besitzt, und 3) an ein und demselben Speicherplatz eine Vielzahl von Daten gespeichert werden können. Die Datenspeicherung nach der Methode des Spektralen Lochbrennens unter Verwendung eines optischen Speicherelementes nach der Erfindung bietet gegenüber bekannten optischen Speichermethoden umso größere Vorteile je kleiner das Verhältnis der Breite der Spektralen Löcher zur Breite der Absorptionslinie ist, indem dann eine größere Anzahl von Löchern nebeneinander auf einer Absorptionslinie angeordnet werden kann.

Für das optische Löschen von Spektralen Löchern und damit von Daten gibt es zwei Alternativen. Eine Möglichkeit liegt in der Wiederfreisetzung der eingefangenen Ladungsträger durch Einstrahlen von Photonen ausreichender Energie. Diese Energie beträgt bei einem mit V dotierten SiC-Speicherelement gemäß Beispiel 1 ca. 0,95 eV, was einer Wellenlänge von 1300 nm entspricht. Mit Licht einer Wellenlänge von weniger als $1,3 \mu\text{m}$ ist demnach eine Löschung der geschaffenen Spektralen Löcher möglich.

Eine andere Möglichkeit der Datenlöschung besteht in der Anregung von Elektronen aus dem Valenzband in das durch das Spektrale Lochbrennen umgeladene Ion, das hierdurch wieder in seinen Ausgangszustand versetzt wird. Dieser Vorgang ist bei einem Speicherelement gemäß Beispiel 1 bei Photonenenergien über 1,5 eV, also bei Lichtwellenlängen unter 800 nm möglich.

Die Wirkung beider Lösungsverfahren ist das Wiederauffüllen der Spektralen Löcher, d. h. das Verschwinden des Absorptionsloches. Es sei ergänzend darauf hingewiesen, daß eine Datenlöschung auch durch eine übermäßige Erwärmung des erfindungsgemäßen Speicherelementes erfolgen kann. Bevorzugt werden jedoch wegen der ungleich höheren Lösungsgeschwindigkeit die geschilderten optischen Lösungsverfahren.

Nachfolgend wird auf die Zeichnung Bezug genommen. Fig. 1 und 2 zeigen schematisch den Aufbau von geeigneten Vorrichtungen zur Datenspeicherung/-lesung unter Verwendung eines Datenspeicherelementes nach der Erfindung.

Die in Fig. 1 gezeigte Vorrichtung umfaßt einen durchstimmbaren Laser 1, einen zuschaltbaren Strahlabschwächer 2, ein um eine vertikale Achse rotierendes scheibenförmiges Datenspeicherelement 3 nach der Erfindung, einen Strahlunterbrecher 4 und einen Detektor oder Spektralanalysator 5. Zur Speicherung von Daten wird der Lichtstrahl des durchstimmbaren Lasers 1 unter den geschilderten geeigneten Bedingungen für das Spektrale Lochbrennen radial über das rotierende scheibenförmige Datenspeicherelement 3 von Spur zu Spur bewegt, wobei der Strahlabschwächer 2 außer Betrieb und der Strahlunterbrecher 4 in Betrieb gesetzt ist, so daß der schreibende Laserstrahl daran gehindert ist, den Detektor 5 zu beaufschlagen. Zum Lesen der gespeicherten Daten wird der Strahlabschwächer 2 in Betrieb und der Strahlunterbrecher 4 außer Betrieb gesetzt, so daß der abgeschwächte, vom Laser 1 abgegebene Lichtstrahl Spur für Spur das Datenspeicherelement 3 abtasten kann und die abgetastete Information vom Detektor 5 aufgenommen und ausgewertet werden kann. Die Auswertung besteht in der

Feststellung des Vorhandenseins oder Fehlens eines Spektralen Loches an einer bestimmten Speicherstelle.

Fig. 2 zeigt eine modifizierte Ausführung einer Datenspeicher-/lesevorrichtung. Diese unterscheidet sich von der vorbeschriebenen und in Fig. 1 gezeigten Ausführung dadurch, daß statt eines durchstimmbaren Lasers 1 mehrere leicht gegeneinander verstimmte Laser 1₁, 1₂, 1₃, die jeweils nicht durchstimmbare sein brauchen, vorgesehen sind, denen eine ebensolche Vielzahl von geeigneten Detektoren 5₁, 5₂, 5₃ zugeordnet ist.

Patentansprüche

1. Optisches Datenspeicherelement, **gekennzeichnet durch** ein mit photoaktivierbaren Ionen dotiertes Substrat aus einem Siliciumkarbid (SiC)-Halbleitermaterial. 15
2. Optisches Datenspeicherelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die photoaktivierbaren Ionen aus der Gruppe der umladbaren Metalle, einschließlich Übergangsmetalle, der Gruppe der umladbaren Seltenen Erden, oder deren Kombination ausgewählt sind. 20
3. Optisches Datenspeicherelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die umladbaren Metalle Vanadium, Mangan, Kobalt und die umladbaren Seltenen Erden Terbium, Samarium, Praseodym umfassen. 25
4. Optisches Datenspeicherelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die photoaktivierbaren Ionen durch Implantation, Eindiffusion oder bei der Kristallzüchtung in das SiC-Halbleitermaterial eingebracht sind. 30
5. Optisches Datenspeicherelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das SiC-Halbleitermaterial ein solches polytyper Art ist. 35
6. Optisches Datenspeicherelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das SiC-Halbleitermaterial unterschiedliche Polytypen umfaßt.
7. Optisches Datenspeicherelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das SiC-Halbleitermaterial in ein- oder polykristalliner Form vorliegt. 40
8. Optisches Datenspeicherelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das SiC-Halbleitermaterial aus einem pulverförmigen Ausgangsmaterial gebildet ist. 45
9. Optisches Datenspeicherelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke des Substrates zwischen etwa 0,01 und etwa 10 mm, vorzugsweise zwischen 0,01 und 1 mm, beträgt. 50
10. Optisches Datenspeicherelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentration an photoaktivierbaren Ionen zwischen etwa 10^{14} und etwa 10^{19} cm^{-3} , vorzugsweise zwischen 10^{15} und 10^{17} cm^{-3} , beträgt. 55
11. Verfahren zur Datenspeicherung unter Verwendung eines optischen Datenspeicherelementes nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem ein ausgewählter Bereich des Substrates mit einem Laser-Lichtstrahl bestimmter Frequenz nach der Methode des Spektralen Lochbrennens beaufschlagt wird, um zunächst die bei der bestimmten Frequenz photoaktivierbaren Ionen anzuregen und dann umzuladen, so daß die bei der bestimmten Frequenz umgeladenen aktivierbaren Ionen des Bereiches ein einen Informationsspeicherplatz darstellendes Absorptionsloch für die bestimmte Frequenz 60

bilden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß an dem ausgewählten Bereich wenigstens ein weiteres Absorptionsloch entsprechend einem weiteren Informationsspeicherplatz gebildet wird, indem der Bereich mit einem Laser-Lichtstrahl einer von der bestimmten Frequenz abweichenden Frequenz beaufschlagt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des Lichtes eines gepulsten Lasers beaufschlagt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des Lichtes eines kontinuierlichen Lasers beaufschlagt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

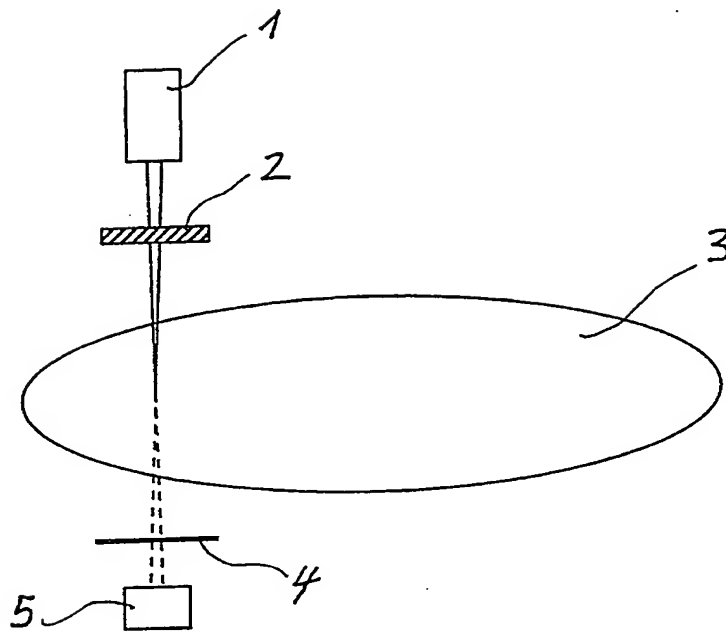


Fig. 1

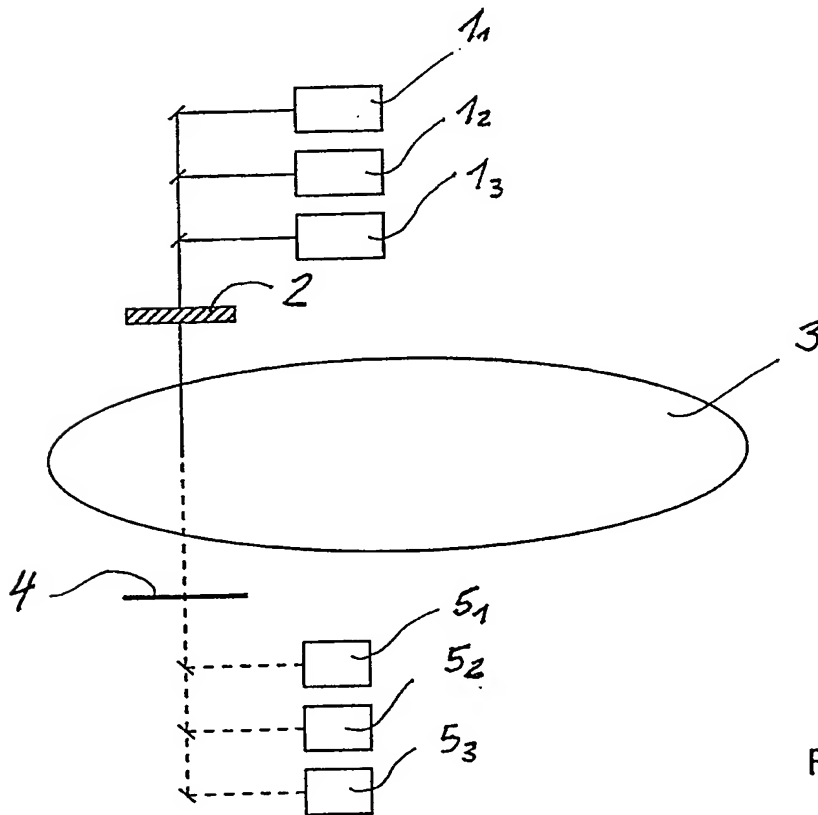


Fig. 2